

УДК 519.245:65:52+53:520.12

Гравитационные диполи неоднородности в крупномасштабной структуре Вселенной

Левин Сергей Федорович

levina-ae@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена задача структурно-параметрической идентификации модели шкалы космологических расстояний на основе красного смещения в спектрах излучения сверхновых звезд типа SN Ia по данным, на основании которых был сделан вывод о существовании ускорения расширения Вселенной. Показано, что возможной причиной такого вывода было ошибочное восприятие разладок и ранговых инверсий этих данных как проявлений некоторого «космического толчка».

Ключевые слова: красное смещение, шкала космологических расстояний, гравитационные диполи крупномасштабной неоднородности, разладки, ранговая инверсия

Введение. В 1998 году была обнаружена разнонаправленная дипольная анизотропия красного смещения в спектрах излучения радиогалактик и квазаров [1], а для гипотезы об «ускорении расширения Вселенной» влияние Местной пустоты (Local void) было оценено как относительно невеликое [2]. В 2005 году группа И. Д. Караченцева (Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН) идентифицировала поле пекулярных скоростей 2724 галактик в объеме 100 Мпк с минимумом в зонах гигантских пустот Bootes void и Local void и максимумом — в созвездиях Гидры и Центавра. Эти обстоятельства оказались связанными с эффектом гравитационных диполей крупномасштабной неоднородности Вселенной, когда в парах «гигантская пустота → сверхскопление галактик» (supervoid → supercluster) на противоположных областях небесной сферы не уравновешенное гравитационное воздействие проявляется как дополнительное отталкивание со стороны supervoid. К 2016 году список диполей подобного рода увеличился до четырех [3]. А в 2017 году, моделируя поле гравитационных скоростей по базе данных «Cosmicflows-3» о 17966 галактиках, группа В. Tully показала [4], что в локальном потоке доминирует аттрактор Shaply supercluster и «отталкиватель» (Dipole Repeller) Aquarius supervoid. Так данные [1, 3] получили независимое подтверждение. В 2022 году список крупномасштабных гравитационных диполей дополнил диполь Хаббла [5].

Эффективный анализ гипотезы о гравитационных диполях крупномасштабной неоднородности как альтернативы гипотезе об «ускорении расширения Вселенной» оказался возможным благодаря новому методу структурно-параметрической идентификации математических моделей объектов измерений — методу максимума компактности (ММК) [6–8].

Методы и материалы; результаты. Анализу подвергались данные, на основании которых в трех выборках из работ [9, 10] был сделан вывод о

наличии «ускорения расширения Вселенной», а также работа [11]. При этом для каждой выборки данных и их сочетаний были построены модели изотропной и анизотропной шкал космологических расстояний на основе красного смещения в спектрах излучения сверхновых типа SN Ia соответственно по программам «ММК–стат» и «ММК–стат М» [6]. Статистической проверке в классе многомерных степенных рядов подвергались гипотезы вырожденности, непрерывности и композиционной однородности моделей, а также — альтернативные гипотезы. Все выборки композиционно однородную совокупность не образовывали. Лучшей по критерию минимума среднего модуля погрешности неадекватности и при отсутствии «нуль»-пункта оказалась анизотропная модель шкалы расстояний 2-го порядка для выборки объемом $N = 79$ SN Ia [9, 10]. Наибольший интерес вызвали разладки и ранговые инверсии этой модели, которые совпали не только с координатами всех пяти гравитационных диполей крупномасштабной неоднородности, но и с предсказанными [9, 10] характеристиками т. н. «космического толчка» [12].

Заключение. По критерию минимума погрешности неадекватности модели шкалы космологических расстояний на основе красного смещения в классе многомерных степенных рядов более правдоподобным является предположение о том, что в работах 1998–1999 годов [9, 10] разладки «закона красного смещения» были ошибочно восприняты как свидетельства о существовании «ускорения расширения Вселенной». Это обстоятельство в некоторой степени объясняет причины, побудившие В. Фридман, лидера проекта «Космический телескоп имени Э. Хаббла», заявить о тупиковой ситуации в космологии.

Список источников

- [1] Левин С.Ф. Фотометрическая шкала космологических расстояний. Часть II. «Неожиданные» совпадения. *Измерительная техника*, 2014, № 4, с. 3–7. <https://doi.org/10007/s11018-014-0464-6>
- [2] Zehavi I., Riess A.G., Kirshner R.P., Dekel A. A Local Hubble Bubble from Type Ia Supernovae? *Astrophysical Journal*, 1998, no 503 (2), pp. 483–491. <https://doi.org/10.1086/306015>
- [3] Левин С.Ф. Шкала космологических расстояний. Часть 6. Статистическая анизотропия красного смещения. *Измерительная техника*, 2017, № 5, с. 3–6. <https://doi.org/10.1007/s11018-017-1211-6>
- [4] Courtois H.M., Tully R.B., Racah Y.H., Pomarede D., Graziani R., Dupuy A. Cosmicflows-3: Cold Spot Repeller? *The Astrophysical journal*, 2017, vol. 847, no. 1, art. no. 55. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/aa88b2>
- [5] Левин С.Ф. Шкала космологических расстояний. Часть 14: «пузырь Хаббла» и гравитационный диполь. *Измерительная техника*, 2023, № 2, с. 4–11. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-2-4-11>
- [6] Рекомендации по метрологии Р 50.2.004–2000. ГСИ. *Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения*. Москва, Госстандарт России, 2000.

- [7] Рекомендация МИ 1317–2004. ГСИ. *Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров*. Москва, ВНИИМС, 2004.
- [8] Рекомендация МИ 2916–2005. ГСИ. *Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач*. Москва, Госстандарт России, 2000.
- [9] Riess A. et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant. *Astronomical journal*, 1998, vol. 116, pp. 1009–1038. <https://doi.org/10.1086/300499>
- [10] Perlmutter S. et al. Measurements of Ω and Λ from 42 high-red shift supernovae. *Astrophysical Journal*, 1999, vol. 517, pp. 565–586. <http://dx.doi.org/10.1086/307221>
- [11] Пружинская М.В. *Сверхновые звезды, гамма-всплески и ускоренное расширение Вселенной*. Дис. ... канд. физ.-мат. наук. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. 149 с.
- [12] Левин С.Ф. Шкала космологических расстояний. Часть 11. «Экстраординарные» доказательства и проблема «космического толчка». *Измерительная техника*, 2020, № 11, с. 3–8. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2020-11-3-18>

Gravitational dipoles of inhomogeneities in the large-scale structure of the Universe

Levin Sergey Fedorovich

levina-ae@yandex.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The problem of structural-parametric identification of a model of the cosmological distance scale based on the redshift in the emission spectra of SN Ia type supernovae is considered based on the data on the basis of which it was concluded that there is an acceleration of the expansion of the Universe. It is shown that the possible reason for this conclusion was the erroneous perception of the disruptions and rank inversions of these data as phenomena of some kind of «cosmic shock».

Keywords: supernovae of type SN Ia, redshift, scale of cosmological distances, gravitational dipoles of large-scale inhomogeneity, variations, rank inversion

Introduction. In 1998, a multidirectional dipole redshift anisotropy was discovered in the emission spectra of radio galaxies and quasars [1], and for the hypothesis of «accelerating the expansion of the Universe», the influence of the Local void was estimated as relatively small [2]. In 2005, I. D. Karachentsev's group (Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences) identified the field of peculiar velocities of 2724 galaxies in a volume of 100 Mpc with a minimum in the zones of giant voids Boots void and Local void and a maximum in the constellations Hydra and Centaurus. These circumstances turned out to be related to the effect of gravitational dipoles of the large-scale inhomogeneity of the Universe, when in pairs of «supervoid → super-cluster» on opposite regions of the celestial sphere, an unbalanced gravitational effect manifests itself as additional repulsion from the supervoid. By 2016, the list of dipoles of this kind had increased to four [3]. And in 2017, by modeling the gravitational velocity field using «Cos-micflows-3» database on 17966 galaxies, B. Tully group showed [4] that the

local flow is dominated by Shaply supercluster attractor and Aquarius supervoid (Repeller). Thus, the data [1, 3] received independent confirmation. In 2022, the Hubble dipole was added to the list of large-scale gravitational dipoles [5].

An effective analysis of the hypothesis of gravitational dipoles of large-scale heterogeneity as an alternative to the hypothesis of «accelerating the expansion of the Universe» turned out to be possible thanks to a new method of structural-parametric identification of mathematical models of measurement objects — the maximum compactness method [6–8].

Methods and materials; results. The data was analyzed, on the basis of which, in three samples from the works [9, 10], it was concluded that there was an «acceleration of the expansion of the Universe», as well as the work [11]. At the same time, for each data sample and their combinations, models of isotropic and anisotropic scales of cosmological states were constructed based on the redshift in the emission spectra of supernovae of type SN Ia, respectively, according to «MMK-stat» and «MMK-stat M» programs [6]. The hypotheses of degeneracy, continuity, and compositional uniformity of models, as well as alternative hypotheses, were subjected to statistical verification in the class of multidimensional power series. All samples did not form a compositionally homogeneous set. The anisotropic model of the 2nd order distance scale for a sample of $N = 79$ SN Ia turned out to be the best by the criterion of the minimum of the average error modulus of inadequacy and in the absence of a «zero»-point [9, 10]. The greatest interest was aroused by the dislocations and rank inversions of this model, which coincided not only with the coordinates of all five gravitational dipoles of large-scale inhomogeneity, but also with the predicted [9, 10] characteristics of the so-called «cosmic shock» [12].

Conclusion. According to the criterion of the minimum error of the inadequacy of the model of the scale of cosmological distances based on redshift in the class of multidimensional power series, it is more plausible to assume that in the works of 1998-1999 [9, 10] the decomposition of the «law of red-shift» was mistakenly perceived as evidence of the existence of an «acceleration of the expansion of the Universe». This fact explains the reasons that prompted V. Friedman, the leader of the Hubble Space Telescope project, to declare a deadlock in cosmology.

References

- [1] Levin S.F. Photometric scale of cosmological distances. Part II. «New data» matches. Measurement Techniques, 2014, no. 4, pp. 3–7. (In Russ.). <https://doi.org/10007/s11018-014-0464-6>
- [2] Zehavi I., Riess A. G., Kirshner R. P., Dekel A. A Local Hubble Bubble from Type Ia Supernovae? Astrophysical Journal, 1998, no. 503 (2), pp. 483–491. <https://doi.org/10.1086/306015>
- [3] Levin S.F. The scale of cosmological distances. Part 6. Statistical anisotropy of redshift. Measurement Techniques, 2017, no. 5, pp. 3–6. (In Russ.). <https://doi.org/10.1007/s11018-017-1211-6>
- [4] Courtois H.M., Tully R.B., Racah Y.H., Pomaredé D., Graziani R., Dupuy A. Cosmicflows-3: Cold Spot Repeller? The Astrophysical journal, 2017, vol. 847, no. 1, art. no. 55. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/aa88b2>

- [5] Levin S.F. The scale of cosmological distances. Part 14: The Hubble bubble and the gravitational dipole. *Measurement Techniques*, 2023, no. 2, pp. 4–11. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2023-2-4-11>
- [6] Recommendations on metrology R 50.2.004–2000. GSI. Determination of characteristics of mathematical models of dependencies between physical quantities in solving measurement problems. The main provisions. Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 2000. (In Russ.).
- [7] Recommendation MI 1317–2004. GSI. Results and characteristics of measurement error. Forms of representation. Methods of use in testing of product samples and control of their parameters. Moscow, VNIIMS Publ., 2004. (In Russ.).
- [8] Recommendation MI 2916–2005. GSI. Identification of probability distributions in solving measurement problems. Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 2000. (In Russ.).
- [9] Riess A. et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant. *Astronomical journal*, 1998, vol. 116, pp. 1009–1038.
<https://doi.org/10.1086/300499>
- [10] Perlmutter S. et al. Measurements of Ω and Λ from 42 high-red shift supernovae. *Astrophysical Journal*, 1999, vol. 517, pp. 565–586. <http://dx.doi.org/10.1086/307221>
- [11] Pruzhinskaya M.V. Supernovae, gamma-ray bursts and accelerated expansion of the universe. Diss. Cand. Phys.-Math. Sci. Moscow, Lomonosov MSU Publ., 2014, 149 p. (In Russ.).
- [12] Levin S.F. Scale of cosmological distances. Part 11. “Extraordinary” evidence and the problem of the “cosmic push”. *Measurement Techniques*, 2020, no. 11, pp. 3–8. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2020-11-3-18>